

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PA4674US
井久
J1046 U.S. PRO
10/162197
06/05

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application: 2001年 6月 6日

出願番号
Application Number: 特願2001-170870

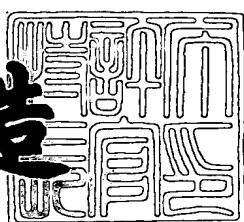
[ST.10/C]: [JP2001-170870]

出願人
Applicant(s): 富士写真フィルム株式会社

2002年 3月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3017431

【書類名】 特許願

【整理番号】 P25823J

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G03B 42/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 798番地 富士写真フィルム株式会社内

【氏名】 秋本 泰造

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 798番地 富士写真フィルム株式会社内

【氏名】 褙田 正志

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特2001-170870

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放射線画像読取方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 放射線画像が蓄積された蓄積性蛍光体シートの表面に励起光を主走査方向に線状に照射して副走査方向に走査することにより2次元的に前記励起光を照射し、前記蛍光体シートの前記励起光が照射された部分から発光された輝尽発光光を受光し光電変換して出力信号を得ることにより読み取りを行う放射線画像読取方法において、

前記励起光の拡散率が異なる複数種類の前記蛍光体シートの前記読み取りを1つの装置で行う際、前記励起光の拡散率が小さい前記蛍光体シートほど大きい励起光エネルギーを照射して前記読み取りを行うことを特徴とする放射線画像読取方法

【請求項2】 放射線画像が蓄積された蓄積性蛍光体シートの表面に励起光を主走査方向に線状に照射して副走査方向に走査することにより2次元的に前記励起光を照射する照射手段と、前記蛍光体シートの前記励起光が照射された部分から発光された輝尽発光光を受光し光電変換して出力信号を得る光電変換手段とを備えた放射線画像読取装置において、

複数種類の前記蛍光体シートの前記励起光の拡散率に関する情報を認識する認識手段と、

前記認識手段により認識された前記蛍光体シートの前記拡散率に関する情報に基づいて前記拡散率の小さい前記蛍光体シートほど大きい励起光エネルギーが照射されるよう前記励起光エネルギーを制御する励起光エネルギー制御手段とを有することを特徴とする放射線画像読取装置。

【請求項3】 前記複数種類の蛍光体シートが、前記拡散率を抑制する所定の色素を含む蛍光体シートおよび前記所定の色素を含まない白色の蛍光体シートであるとき、

前記励起光エネルギー制御手段が、前記所定の色素を含む蛍光体シートに照射される前記励起光エネルギーを、前記白色の蛍光体シートに照射される前記励起光エネルギーよりも大きくするよう制御するものであることを特徴とする請求項

2記載の放射線画像読取装置。

【請求項4】 前記所定の色素が群青の色素であることを特徴とする請求項3記載の放射線画像読取装置。

【請求項5】 前記所定の色素を含む蛍光体シートに照射される励起光エネルギーが、前記白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーの1.5倍以上であることを特徴とする請求項3または4記載の放射線画像読取装置。

【請求項6】 前記所定の色素を含む蛍光体シートに照射される励起光エネルギーが、前記白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーの3.0倍以上であることを特徴とする請求項3または4記載の放射線画像読取装置。

【請求項7】 前記励起光エネルギー制御手段が、さらに前記励起光が前記主走査方向に線状に照射される部分の前記副走査方向のピッチに応じて前記励起光エネルギーを制御するものであることを特徴とする請求項2から6いずれか1項記載の放射線画像読取装置。

【請求項8】 前記励起光が前記主走査方向に線状に照射される部分の前記副走査方向のピッチが、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項2から7いずれか1項記載の放射線画像読取装置。

【請求項9】 前記励起光が前記主走査方向に線状に照射される部分の前記副走査方向のピッチが、 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項2から7いずれか1項記載の放射線画像読取装置。

【請求項10】 前記励起光エネルギー制御手段が、前記励起光の強度を制御することにより前記励起光エネルギーを制御するものであることを特徴とする請求項2から9いずれか1項記載の放射線画像読取装置。

【請求項11】 前記励起光エネルギー制御手段が、前記励起光の前記主走査方向および前記副走査方向の少なくとも一方の走査速度を制御することにより前記励起光エネルギーを制御するものであることを特徴とする請求項2から10いずれか1項記載の放射線画像読取装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、蓄積性蛍光体シートに蓄積された放射線エネルギーに基づく放射線画像を励起光の照射により読み取る放射線画像読取方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

蓄積性蛍光体に放射線を照射すると、この放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後、可視光やレーザ光などの励起光を照射すると、蓄積された放射線エネルギーに応じて輝尽発光光が発光される。従来より、この蓄積性蛍光体（輝尽性蛍光体）を利用して、例えば、支持体上にこの蓄積性蛍光体を積層した蓄積性蛍光体シートに人体などの被写体を透過した放射線を照射することにより、放射線画像情報を一旦蓄積記録し、この蓄積性蛍光体シートにレーザ光などの励起光を照射して輝尽発光光を生じさせ、この輝尽発光光を光電変換して画像信号を得る放射線画像読取システムがCR（Computed Radiography）として、広く実用に供されている。また、上記放射線画像読取システムにおいては、輝尽発光光の読取時間の短縮や、装置のコンパクト化およびコストの低減の観点から、励起光源として、シートに対して線状に励起光を照射するライン光源を使用し、ライン光源により励起光が照射されたシートの線状の部分の長さ方向（主走査方向）に沿って多数の光電変換素子が配列されたラインセンサを使用するとともに、上記ライン光源およびラインセンサと上記蛍光体シートとの一方を他方に対して相対的に、上記線状の部分の長さ方向に略直交する方向（副走査方向）に移動させる走査手段を備えた構成が提案されている（特開昭60-111568号公報、特開昭60-236354号公報、特開平1-1015401号公報など）。

【0003】

また、上記蓄積性蛍光体シートを用いるシステムとしては、放射性標識を付与した物質を生体物に投与した後、その生体物あるいはその生体物の組織の一部をサンプルとし、このサンプルを上記蓄積性蛍光体シートと一定時間重ね合わせることにより放射線エネルギーを一旦蓄積記録し、この蓄積性蛍光体シートにレーザ光などの励起光を照射して輝尽発光光を生じさせ、この輝尽発光光を光電変換して画像信号を得るオートラジオグラフィ検出システムも広く知られている（特

公平1-60784号公報、特公平1-60782号公報、特公平4-3952号公報など)。また、このオートラジオグラフィ検出システムにおいては、サンプルをセットしたステージを静止状態に保持し、光学系を主走査方向および副走査方向に移動させて、サンプルの全面を励起光によって走査するか、あるいは大きな走査速度が要求される主走査方向に光学系を移動させるとともに、ステージを走査速度の小さい副走査方向に移動させて、サンプルの全面を励起光によって走査する構成となっている。

【0004】

上記各システムにより得られた画像信号には、観察読影に適した階調処理や周波数処理などの画像処理が施され、これらの処理が施された後の画像信号は診断用可視画像(最終画像)としてフィルムに記録され、または高精細なCRTに表示されて医師などによる診断もしくはコンピュータによる定量解析に提供される。

【0005】

さらに、メンブレンフィルタなどの担体表面上の異なる位置にホルモン類、腫瘍マーカー、酵素、抗体、抗原、アブザイム、その他のタンパク質、核酸、cDNA、DNA、mRNAなど、生体由来の物質と特異的に結合可能で、かつ塩基配列や塩基の長さ、組成などが既知の特異的結合物質を、スポットアッパー装置を用いて滴下して多数の独立したスポットを形成し、次いでホルモン類、腫瘍マーカー、酵素、抗体、アブザイム、その他のタンパク質、核酸、cDNA、DNA、mRNAなど、抽出、単離などによって生体から採取され、あるいは、さらに化学的処理、化学修飾などの処理が施された生体由来の物質であって、放射性標識物質によって標識された物質をハイブリダイズさせたマイクロアレイを上記蓄積性蛍光体シートと密着させることにより蓄積性蛍光体層を露光し、この蓄積性蛍光体シートにレーザ光などの励起光を照射して、輝光発光光を生じさせ、この輝光発光光を光電変換して検出し、生体由来の物質を解析する放射性標識物質を用いたマイクロアレイ検出システムも開発されている。そして、このマイクロアレイ検出システムにおける励起光の走査機構は、上記オートラジオグラフィ検出システムにおける走査機構の構成と同様に光学系を主走査方向および副走査方向に移動させて、サンプルの全面を励起光によって走査する構成としてもよいし、ある

いは大きな走査速度が要求される主走査方向に光学系を移動させるとともにステージを走査速度の小さい副走査方向に移動させてサンプルの全面を励起光によって走査する構成としてもよいし、さらにサンプルのサイズが小さいため主走査方向にステージを移動させて副走査方向にはステージまたは光学系を移動させて走査する構成も可能である。

【0006】

ここで、上記のような放射線エネルギーが蓄積された蓄積性蛍光体シートに励起光を主走査方向および副走査方向に走査して照射することにより輝尽発光光を検出するシステムにおいては、蓄積性蛍光体シートに蓄積される放射線画像によっては高解像度な読み取りが必要な場合があり、このような場合には蓄積性蛍光体シート内部における励起光の散乱による解像度の劣化を防止するため、予め蓄積性蛍光体シートに、励起光を選択的に吸収するような群青などの色素を加えることにより励起光の拡散率を抑制して高解像度な読み取りを行っていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のように蓄積性蛍光体シートに群青などの色素を含ませた場合、その色素により励起光および輝尽発光光が吸収されるためその感度は劣化してしまう。

【0008】

本発明は、上記のような問題点に鑑みて、放射線エネルギーが蓄積された蓄積性蛍光体シートに励起光を主走査方向および副走査方向に走査して照射することにより輝尽発光光を検出する放射線画像読み取り方法および装置において、蓄積性蛍光体シートの高解像度かつ高感度な読み取りを行うことができる放射線画像読み取り方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明による放射線画像読み取り方法は、放射線画像が蓄積された蓄積性蛍光体シートの表面に励起光を主走査方向に線状に照射して副走査方向に走査することにより2次元的に前記励起光を照射し、蛍光体シートの前記励起光が照射された部

分から発光された輝尽発光光を受光し光電変換して出力信号を得ることにより読み取りを行う放射線画像読み取り方法において、励起光の拡散率の異なる複数種類の蛍光体シートの読み取りを1つの装置で行う際、励起光の拡散率が小さい蛍光体シートほど大きい励起光エネルギーを照射して読み取りを行うことを特徴とする。

【0010】

ここで、蛍光体シートから発光される輝尽発光光の強度は照射される励起光エネルギーに比例するため、高感度な検出を行うためには励起光エネルギーを大きくすればよいと考えられていたが、実際には励起光エネルギーを大きくしても所定の大きさ以上になるとその感度は向上することなく劣化する。これは、主走査方向に励起光を照射したとき蓄積性蛍光体層内の励起光の散乱により隣接走査線（次の走査線、あるいはそれ以後の走査線）との重なりが生じるため、隣接走査線においても散乱励起光により蓄積性蛍光体が励起され、実際の読み取り時にはいわゆるカラ読み（既に散乱励起光により放射線エネルギーが消去されている位置を励起光が走査する）が生じるためであることが発明者の実験にて明らかとなつた。

【0011】

さらに、蛍光体シートの感度劣化は上記散乱励起光による放射線エネルギーの消去による影響が大きいため、図2に示すように（群青の色素を含む蛍光体シートにおける励起光エネルギーと出力の関係を実線1で、群青の色素を含まない白色の蛍光体シートにおける励起光エネルギーと出力の関係は実線2で示している。）群青の色素を含むことにより励起光の散乱を抑制した蛍光体シートにおいて感度劣化し始める励起光エネルギー I_b と群青の色素を含まない白色の蛍光体シートにおいて感度劣化し始める励起光エネルギー I_w とを比べると、群青の色素を含む蛍光体シートにおいて感度劣化し始める励起光エネルギー I_b の方が大きいことが発明者の実験により明らかとなつた。

【0012】

従って、本発明による放射線画像読み取り方法は、1つの装置で群青の色素を含む蛍光体シートおよび群青の色素を含まない白色の蛍光体シートを読み取る際、つまり励起光の拡散率の異なる蛍光体シートを読み取る際、励起光の拡散率の小さい

蛍光体シートほど大きい励起光エネルギーを照射するようにしたものである。また、励起光エネルギーは図2に示す I_b および I_w となるように制御することが望ましい。

【0013】

また、上記「励起光を主走査方向に線状に照射して副走査方向に走査することにより2次元的に励起光を照射する」とは、具体的に励起光を2次元的に照射する方法は如何なる方法でもよく、例えば、蛍光体シートは固定したままでビーム状の励起光をスキャンニングすることにより2次元的に照射してもよいし、また、主走査方向または副走査方向のいずれかの一方向に蛍光体シートを移動させ、もう一方向にはスキャンニングすることにより2次元的に照射してもよいし、蛍光体シートを主走査方向および副走査方向の移動させることにより2次元的に照射するようにしてもよい。また、ライン光源等を利用して主走査方向に線状の励起光を照射し、ライン光源または蛍光体シートを副走査方向に移動させることにより照射するようにしてもよい。

【0014】

また、上記「励起光エネルギー」とは、蛍光体シートに照射される単位面積当たりの励起光のエネルギー量であり、例えば励起光の強度、主走査方向および副走査方向の少なくとも1つの励起光の走査速度を制御することによりその大きさを制御することができる。

【0015】

本発明による放射線画像読取装置は、放射線画像が蓄積された蓄積性蛍光体シートの表面に励起光を主走査方向に線状に照射して副走査方向に走査することにより2次元的に前記励起光を照射する照射手段と、蛍光体シートの励起光が照射された部分から発光された輝尽発光光を受光し光電変換して出力信号を得る光電変換手段とを備えた放射線画像読取装置において、複数種類の蛍光体シートの励起光の拡散率に関する情報を認識する認識手段と、認識手段により認識された蛍光体シートの拡散率に関する情報に基づいて拡散率の小さい蛍光体シートほど大きい励起光エネルギーが照射されるよう励起光エネルギーを制御する励起光エネルギー制御手段とを有することを特徴とするものである。

【0016】

ここで、上記「光電変換手段」は、輝尽発光光を電気信号に変換するものであれば如何なるものでもよく、例えばフォトマルチプライヤ、CCDセンサ、複数の光電変換素子を線状に配列してなるラインセンサなどがある。

【0017】

また、上記「拡散率に関する情報」とは拡散率を示す情報であれば如何なる情報でもよく、例えば、蛍光体シートに添付されたバーコードに記録された情報でもよいし、所定の入力手段から入力される情報でもよく、所定の入力手段から入力される情報は蛍光体シートの拡散率そのものでもよいし、蛍光体シートの種類でもよい。

【0018】

また、複数種類の蛍光体シートが、拡散率を抑制する所定の色素を含む蛍光体シートおよび所定の色素を含まない白色の蛍光体シートであるとき、励起光エネルギー制御手段が、所定の色素を含む蛍光体シートに照射される励起光エネルギーを、白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーよりも大きくするよう制御するものとすることができる。

【0019】

ここで、上記「所定の色素」とは、励起光を選択的に吸収する色素であり、望ましくは蛍光体シートに使用される輝尽性蛍光体の励起波長領域における平均反射率が輝尽性蛍光体の輝尽発光光波長領域における平均反射率よりも十分に小さい色素である。例えば、群青、コバルトブルー、セルリアンブルー、酸化クロム、 $TiO_2 - ZnO - CoO - NiO$ 系顔料などがある。

【0020】

また、所定の色素を含む蛍光体シートに照射される励起光エネルギーを、白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーの1.5倍以上の大きさとすることができます。

【0021】

さらに、所定の色素を含む蛍光体シートに照射される励起光エネルギーを、白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーの3.0倍以上の大きさとする

ことができる。

【0022】

また、励起光エネルギー制御手段が、さらに励起光が主走査方向に線状に照射される部分の副走査方向のピッチに応じて励起光エネルギーを制御するものとすることはできる。

【0023】

ここで、上記「副走査方向のピッチに応じて励起光エネルギーを制御する」とは、例えば、副走査方向のピッチに対する励起光エネルギーと出力信号は、散乱励起光による隣接走査線の放射線エネルギーの消去の影響により図3に示すような関係（それぞれ副走査方向のピッチが $25\mu m$ 、 $50\mu m$ および $100\mu m$ のときの関係）にあり、上述したようにいずれのピッチにおいても所定の値の励起光エネルギーの大きさまでは励起光エネルギーが大きくなるにつれて出力信号も増大していくが、その所定の値以上は逆に散乱励起光による放射線エネルギーの消去の影響により出力信号は減少していく。そして、ピッチが小さいほど出力信号が減少し始める励起光エネルギーは小さくなる。従って、それぞれのピッチにおいて適切な出力信号、例えば最も大きな出力信号が得られる励起光エネルギー I_{25} 、 I_{50} 、 I_{100} になるように制御することを意味する。

【0024】

また、励起光が主走査方向に線状に照射される部分の副走査方向のピッチを、 $50\mu m$ 以下、さらに $25\mu m$ 以下とすることができる。

【0025】

【発明の効果】

本発明による放射線画像読取方法および装置によれば、励起光の拡散率の異なる複数種類の蛍光体シートの読取りを1つの装置で行う際、複数種類の蛍光体シートの励起光の拡散率が小さい蛍光体シートほど大きい励起光エネルギーを照射して読取りを行うようにしたので、高解像度な読取りが必要な励起光の拡散率の小さい蛍光体シートも高感度な読取りを行うことができる。

【0026】

また、複数種類の蛍光体シートが、所定の色素を含むことにより拡散率が抑制

された蛍光体シートおよび所定の色素を含まない白色の蛍光体シートであるとき、所定の色素を含む蛍光体シートに照射される励起光エネルギーを、白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーよりも大きくするよう制御した場合には、上記の効果と同様に高解像度な読み取りが必要な放射線画像が蓄積された所定の色素を含む蛍光体シートおよび白色の蛍光体シートについてそれぞれ高感度な読み取りを行うことができる。このとき、所定の色素として群青を用いた場合には図2に示すような励起光エネルギー I_b 、 I_w でそれぞれ読み取りを行えばさらに感度の向上を図ることができる。

【0027】

また、励起光エネルギー制御手段が、さらに励起光が主走査方向に線状に照射される部分の副走査方向のピッチに応じて励起光エネルギーを制御するものとした場合には、さらに散乱励起光による放射線エネルギーの消去による感度劣化を軽減することができ、高感度かつ高解像度な読み取りを行うことができる。

【0028】

また、副走査方向のピッチを $50 \mu m$ 以下、または、さらに $25 \mu m$ 以下とした高解像度な読み取りを行う場合には、そのピッチに応じた励起光エネルギーに制御されるので散乱励起光による放射線エネルギーの消去の影響を減少させることができ、より感度のよい読み取りを行うことが可能となる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の具体的な実施の形態について図面を用いて説明する。本発明による放射線画像読み取り装置の一実施形態の概略斜視図を図1に示す。

【0030】

本発明による放射線画像読み取り装置は、 $640 nm$ の波長のレーザ光4を出射する励起光源1、励起光源1から出射されたレーザ光4を集光して平行光とするコリメータレンズ2、コリメータレンズ2により平行光とされたレーザ光4を後述するミラー11に向けて反射するミラー3、ミラー3により反射されたレーザ光4を後述する穴明きミラー13に反射するミラー11、ミラー11により反射されたレーザ光4が内部に形成された穴12を透過するとともにレーザ光4の照射

により放射線画像の蓄積された蛍光体シート50から発せられた輝尽発光光15を後述する励起光カットフィルタ20に向けて反射する穴明きミラー13、穴明きミラー13の穴12を透過したレーザ光4を集光して蛍光体シート50に照射するとともにレーザ光4の照射により蛍光体シート50から発せられる輝尽発光光15を平行光にするレンズ14、穴明きミラー13により反射された輝尽発光光に含まれる励起光をカットする励起光カットフィルタ21を有するフィルタユニット20、励起光カットフィルタ21を透過した輝尽発光光を後述する集光レンズ23に反射するミラー22、ミラー22により反射された輝尽発光光を集光する集光レンズ23、集光レンズ23により集光された輝尽発光光の光路上に設置され内部のレンズ25により輝尽発光光をフォトマルチプライヤ26の受光面に結像するアパーイヤ24、アパーイヤ24により結像された輝尽発光光を受光して光電変換するフォトマルチプライヤ26を備えている。

【0031】

フォトマルチプライヤ26により光電変換され得られたアナログ信号は後段のA/D変換器30によりデジタル信号に変換され、データ処理装置40に出力される。

【0032】

また、蛍光体シート50は所定の走査機構（図示省略）によって図1におけるX方向（主走査方向）およびY方向（副走査方向）に移動可能な構成となっている。

【0033】

ここで、本発明による放射線画像読取装置は、励起光源1の強度および上記走査機構のX方向およびY方向の走査速度、つまり読取速度を制御することにより蛍光体シート50に照射される励起光エネルギーを制御する励起光エネルギー制御手段60を備えている。励起光エネルギー制御手段60は、認識手段70から出力される異なる励起光の拡散率を有する蛍光体シートの種類に基づいて励起光エネルギーを制御するものであり、認識手段70は入力手段80から入力される入力信号に基づいて蛍光体シートの種類を認識してその蛍光体シートの種類を励起光エネルギー制御手段60に出力するものである。励起光エネルギー制御手段

60は、予め異なる拡散率を有する蛍光体シートの種類に応じた励起光源1の強度および読み取り速度をLUT（図示せず）として有しており、このLUTを参照して励起光源1および走査機構を制御することにより蛍光体シート50に照射される励起光エネルギーを制御する。本実施の形態では、励起光エネルギー制御手段60は、群青の色素を含み拡散率の抑制された蛍光体シートと群青の色素を含まない白色の蛍光体シートのそれぞれの種類に応じて励起光エネルギーを制御するものである。

【0034】

そして、上記蛍光体シートの種類に応じた励起光エネルギーは以下のようにして求めたものである。まず、所定の放射線画像が蓄積された蛍光体シート50にレーザ光を照射することにより発せられる輝尽発光光に基づく出力信号の大きさをP、そのときの励起光エネルギーをIとするとその関係は図2に示すようになる。図2は群青の色素を含むことにより拡散率が抑制された蛍光体シートにおける励起光エネルギーIと出力Pの関係を実線1で、白色の蛍光体シートにおける励起光エネルギーIと出力Pの関係を実線2で示したものである。図2に示されるようにいずれの蛍光体シートを読み取った場合においても所定の値までは励起光エネルギーIを大きくするに従って出力信号は増大するが、その所定の値より励起光エネルギーIが大きくなると出力信号の大きさは励起光エネルギーIが大きくなるに従って減少していく。これは蛍光体シート50の蛍光体層内において散乱する励起光が隣接走査線（次走査線およびそれ以後に読み取る走査線）に重なることより、隣接走査線における放射線エネルギーが読み取られる前に励起されて消去してしまうためだと考えられる。

【0035】

従って、図示されるように白色の蛍光体シートよりも拡散率の抑制された群青の色素を含む蛍光体シートの方が散乱励起光による放射線エネルギーの消去の影響が小さいため出力信号が減少し始める励起光エネルギーは大きくなる。さらに、励起光エネルギーI₀以下では群青の色素を含む蛍光体シートは群青の色素による励起光および輝尽発光光の吸収があるため白色の蛍光体シートよりも感度が低いが、励起光エネルギーI₀より大きくなると白色の蛍光体シートにおける散

乱励起光の影響が大きくなるため群青の色素を含む蛍光体シートの方が感度が高くなる。

【0036】

図2に示される励起光エネルギーIと出力信号Pとの関係を理論的に数式で表すと(1)式のようになる。

【0037】

$$P = N_0 e^{-\sigma_1 \cdot I} (1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}) \cdot \alpha \dots (1)$$

(1)式における N_0 は蛍光体シート50に蓄積された放射線エネルギー量であり、 $e^{-\sigma_1 \cdot I}$ はレーザ光を蛍光体シート50に照射したときの隣接走査線における放射線エネルギーの残存率を示すものであり、また、 $1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}$ はレーザ光を蛍光体シート50に照射したときに得られる出力信号とそのときの励起光エネルギーの比に基づく読み取効率であり、 α は蛍光体シートに含まれる色素による輝尽発光光の吸収に基づく吸収係数を示している。従って、励起光エネルギーIが0のとき残存率 $e^{-\sigma_1 \cdot I}$ は1となり、読み取効率 $1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}$ は0となる。なお、もちろん上記蛍光体シートの種類により σ_1 および σ_2 は異なるものとなる。図2には、群青の色素を含む蛍光体シートに対する(1)式における残存率 $e^{-\sigma_1 \cdot I}$ を破線3、読み取効率 $1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}$ を破線4、また、白色の蛍光体シートに対する(1)式における残存率 $e^{-\sigma_1 \cdot I}$ を一点鎖線5、読み取効率 $1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}$ を一点鎖線6で模式的に示している。

【0038】

ここで、所定の一様な濃度の放射線画像が蓄積された蛍光体シート50にレーザ光をX方向に線状に照射し、このときの最初にレーザ光を線状に照射したときのX方向の出力信号の平均値を P_0 、その後、走査機構によりY方向に蛍光体シート50を走査し、副走査方向の移動とともに各主走査方向における出力信号の平均値 P' とすると、出力信号の相対値 P' / P_0 とY方向の移動距離との関係は図4のようになる。図4に示されるように相対値 P' / P_0 はY方向への移動とともに急激に減少した後ほぼ一定の値になる。そして、この一定の値を P としたとき P / P_0 と励起光エネルギーIの関係は図5に示されるようになる(ただし、縦軸は P / P_0 の自然対数)。なお、図5の直線は所定の2つの励起光

エネルギーにおける残存率を測定し、その2点を直線で結んだものである。また、図4および図5における測定値は群青の色素を含んだ蛍光体シートを副走査方向の読み取りピッチを $25\mu\text{m}$ として読み取ったものである。

【0039】

図5に示す関係は上記(1)式からも理論的に以下のように求めることができ

る。

【0040】

$$P/P_0 = (N_0 e^{-\sigma_1 \cdot I} (1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}) \cdot \alpha) / (N_0 \cdot 1 \cdot (1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}) \cdot \alpha)$$

$$P/P_0 = e^{-\sigma_1 I}$$

$$\text{よって, } \ln(P/P_0) = -\sigma_1 \cdot I$$

従って、 σ_1 は図5における直線の傾きにより表されるものであり、群青の色素を含む蛍光体シートと白色の蛍光体シートによってそれぞれ異なる σ_1 が求められる。

【0041】

さらに、上記で求められた所定の励起光エネルギーIに対する σ_1 の値を用い

ることにより(1)式から σ_2 を以下のようにして求めることができる。

【0042】

同一の読み取りピッチで励起光エネルギーI、2Iで蛍光体シート50を照射したと

きの出力信号をそれぞれ P_2 、 P_1 (測定値)すると、

$$P_2 = N_0 e^{-\sigma_1 \cdot 2I} (1 - e^{-\sigma_2 \cdot 2I}) \cdot \alpha$$

$$P_1 = N_0 e^{-\sigma_1 \cdot I} (1 - e^{-\sigma_2 \cdot I}) \cdot \alpha$$

$$e^{-\sigma_2 \cdot I} = X \text{とおくと}$$

$$P_2/P_1 = e^{-\sigma_1 \cdot I} (1 - X^2) / (1 - X) = e^{-\sigma_1 \cdot I} (1 + X)$$

$$X = (P_2/P_1) e^{\sigma_1 \cdot I} - 1$$

$$e^{-\sigma_2 \cdot I} = (P_2/P_1) e^{\sigma_1 \cdot I} - 1$$

$$-\sigma_2 \cdot I = \ln((P_2/P_1) e^{\sigma_1 \cdot I} - 1)$$

$$\text{よって, } \sigma_2 = (-1/I) \ln((P_2/P_1) e^{\sigma_1 \cdot I} - 1) \text{が求まる。}$$

【0043】

上記で求めた σ_1 、 σ_2 を (2) 式に代入すれば励起光エネルギーの I が求められる。

【0044】

((2) 式は (1) 式における $dP/dI = 0$ から導かれたものである。)

$$I = 1/\sigma_2 \cdot 1n (1 + \sigma_2/\sigma_1) \cdots (2)$$

なお、 σ_1 および σ_2 は群青の色素を含む蛍光体シートと白色の蛍光体シートについてそれぞれ異なる値が求められ、それぞれの蛍光体シートの拡散率に応じた励起光エネルギー I_b および I_w を求めることができる。

【0045】

また、次のようにして (2) 式から理論的に $I_w < I_b$ となることが示される。まず、群青の色素を含む蛍光体シートの方が拡散率が抑制されているので、その残存率 $e^{-\sigma_1 b}$ と白色の蛍光体シートの残存率 $e^{-\sigma_1 w}$ の関係は、
 $e^{-\sigma_1 b} \gg e^{-\sigma_1 w}$ となり、よって $\sigma_1 b \ll \sigma_1 w$ である。

【0046】

また、群青の色素を含む蛍光体シートは群青に色素により励起光および輝尽発光光の吸収があるので、その読み取効率 $1 - e^{-\sigma_2 b}$ と白色の蛍光体シートの読み取効率 $1 - e^{-\sigma_2 w}$ の関係は、

$$1 - e^{-\sigma_2 b} \leq 1 - e^{-\sigma_2 w} \text{ となり、よって } \sigma_2 b \leq \sigma_2 w \text{ である。従って}$$

$$1 + \sigma_2 b / \sigma_1 b \gg 1 + \sigma_2 w / \sigma_1 w, 1 / \sigma_2 b \geq 1 / \sigma_2 w$$

となり、

$$I_b - I_w = 1 / \sigma_2 b \cdot 1n (1 + \sigma_2 b / \sigma_1 b) - 1 / \sigma_2 w \cdot 1n (1 + \sigma_2 w / \sigma_1 w) > 0$$

よって、 $I_w < I_b$ が示される。

【0047】

従って、励起光エネルギー制御手段 60 は白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーよりも群青の色素を含む蛍光体シートに照射される励起光エネルギーの方が大きくなるように励起光エネルギーを制御するものである。

【0048】

ここで、上記走査機構は搬送ベルトのようなものでもよいし、蛍光体シート50の端部を固定して移動させるものでもよく、X-Y方向に移動できるものであれば如何なるものでもよい。

【0049】

また、励起光源は本実施の形態に限らず、ライン光源を利用、若しくは光学系によりレーザ光を線状に蛍光体シート50に主走査方向に線状のレーザ光を照射して走査機構により副走査方向にのみ走査することにより2次元的に蛍光体シート50を照射するようにしてもよい。また、蛍光体シート50をX-Y方向に走査機構により移動させることなく、レーザ光のスキャンニングより蛍光体シート50を2次元的に照射するようにしてもよい。

【0050】

また、フィルタ21はレーザ光の波長である640nmの波長である光をカットし、640nmよりも波長の短い輝尽発光光を透過する性質を有している。

【0051】

また、レンズ14とレンズ23は共焦点光学系を構成している。このように、共焦点光学系を採用しているのは、蛍光体シート50から高解像度でS/Nの高い出力信号を読み取るためである。

【0052】

また、レンズ23の焦点の位置に設置されるアパーチャ24のレンズ25の径は、蛍光体シートにおける輝尽発光光の発光点は輝尽発光体層の深さ方向に分布し、発光点は深さ方向に変動することを考慮して設定することが望ましい。

【0053】

また、本実施の形態ではフォトマルチプライヤにより輝尽発光光を光電変換するようにしたが、光電変換手段はこれに限らず、CCDセンサや光電変換素子を線状に多数配列したラインセンサなどを利用してもよい。

【0054】

次に、本実施の形態による放射線画像取装置の作用について説明する。まず、走査機構（図示せず）により、放射線画像が蓄積記録された蛍光体シート50が矢印Y方向にレーザ光が照射される位置まで搬送される。

【0055】

そして、入力手段80により蛍光体シートの種類が入力され、認識手段70は入力手段80からの入力信号に基づいて読み取られる蛍光体シートの種類を認識する。認識手段70により認識された蛍光体シートの種類は励起光エネルギー制御手段60に入力され、励起光エネルギー制御手段60はその種類に応じた励起光の強度と読み取速度をLUTを参照することにより求め（本実施の形態では、群青の色素を含む蛍光体シートを読み取るときは上記励起光エネルギー I_b に基づいた励起光強度と読み取速度が求められ、白色の蛍光体シートを読み取るときは、上記励起光エネルギー I_w に基づいた励起光強度と読み取速度が求められる）、励起光源1からその強度のレーザ光が発生するよう制御信号を出力する。この制御信号が入力された励起光源1は制御信号に応じた強度でレーザ光4を発生する。励起光源1から発生されたレーザ光4は、コリメータレンズ2により平行光をされた後、ミラー3によって反射される。ミラー3により反射されたレーザ光4はミラー11に入射し、ミラー11に入射したレーザ光4はミラー11により反射され、穴明きミラー13に形成された穴12を通過し、レンズ14により集光されて蛍光体シート50に照射される。レーザ光4の照射により蛍光体シート50から発せられた輝尽発光光15は、レンズ14により平行光とされ、穴明きミラー12の穴12以外のミラー部分によって反射されて、励起光カットフィルタ21に入射する。励起光カットフィルタ21と透過して、所定の波長域の光がカットされた後、輝尽発光光15はミラー22に入射し、反射されて、レンズ23によって集光される。レンズ23により集光された輝尽発光光15はアーチャ24によりフォトマルチプライヤ26の受光面に結像され、結像された輝尽発光光15はフォトマルチプライヤ26により光電変換されてアナログ信号として出力される。

【0056】

次に、走査機構は、励起光エネルギー制御手段60から出力された読み取速度に基づいて蛍光体シート50をX方向に走査し、上記同様の作用によりフォトマルチプライヤ26から順次アナログ信号が出力される。この後、X方向の走査とY方向の走査が順次繰り返されることにより蛍光体シート50全体が2次元的に走

查される。

【0057】

本発明による放射線画像読取方法および装置によれば、複数種類の蛍光体シートの読取りを1つの装置で行う際、複数種類の蛍光体シートの励起光の拡散率が小さい蛍光体シートほど大きい励起光エネルギーを照射して読取りを行うようにしたので、高解像度な読取りが必要な群青の色素を含む蛍光体シートおよび群青の色素を含まない白色の蛍光体シートについてそれぞれ高感度な読取りを行うことができる。このとき、図2に示すような励起光エネルギー I_b 、 I_w でそれぞれ読取りを行えばさらに感度の向上を図ることができる。

【0058】

また、上記実施の形態では、群青の色素を含む蛍光体シートと白色の蛍光体シートに照射する励起光エネルギーを制御するようにしたが、群青の色素を含む蛍光体シート以外の拡散率の抑制された蛍光体シートを読み取るようにした場合には、上記実施の形態と同様にその蛍光体シートの拡散率に応じた励起光エネルギーを求めて照射するようにすればよく、例えば、白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーの1.5倍以上の励起光エネルギー、さらに3倍以上の励起光エネルギーにするようにしてもよい。

【0059】

また、上記実施の形態では、異なる励起光の拡散率を有する蛍光体シートの種類に応じて励起光エネルギーを制御するようにしたが、さらに、Y方向の読取ピッチに応じて励起光のパワーを制御するようにしてもよい。

【0060】

ここで、Y方向の読取ピッチに対する励起光エネルギーと出力信号は、散乱励起光による隣接走査線の放射線エネルギーの消去の影響により、図3に示すような関係（それぞれY方向の読取ピッチが25μm、50μmおよび100μmのときの関係）にあり、いずれの読取ピッチにおいても所定の値の励起光エネルギーの大きさまでは励起光エネルギーが大きくなるにつれて出力信号も増大していくが、その所定の値以上は逆に散乱励起光による放射線エネルギーの消去の影響により出力信号は減少していく。そして、ピッチが小さいほど出力信号が減少し

始める励起光エネルギーは小さくなる。従って、それぞれの読み取ピッチにおいて適切な出力信号、例えば最も大きな出力信号が得られる励起光エネルギー I_{25} 、 I_{50} 、 I_{100} になるように制御するほうが望ましい。

【0061】

上記のように異なる励起光の拡散率を有する蛍光体シートの種類に加えてさらにY方向の読み取ピッチに応じて励起光エネルギーを制御するときは、蛍光体シートの種類および読み取ピッチに応じた α_1 および α_2 をそれぞれ求めることによりそれぞれの励起光エネルギーの大きさを決定すればよい。

【0062】

上記のような励起光エネルギーの制御を行うことにより、さらに高解像度かつ高感度な読み取りが可能となる。

【0063】

なお、本発明の放射線画像読み取装置は、上述した実施形態に限るものではなく、光源、光源とシートとの間の集光光学系、シートとフォトマルチプライヤとの間の光学系、フォトマルチプライヤ、公知の種々の構成を採用することができる。また、読み取手段から出力された信号に対して種々の信号処理を施す画像処理装置をさらに備えた構成や、励起が完了したシートになお残存する放射線エネルギーを適切に放出せしめる消去手段をさらに備えた構成を採用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による放射線画像読み取装置の一実施形態の概略構成図

【図2】

群青の色素を含む蛍光体シートおよび白色の蓄積性蛍光体を読み取ったときの励起光エネルギー I と出力 P の関係を示す図

【図3】

異なる読み取ピッチで蛍光体シートを読み取ったときの励起光エネルギー I と出力信号 P との関係を示す図

【図4】

所定の一様な濃度の放射線画像が蓄積された蛍光体シート読み取ったときの最

初の主走査方向の出力信号の平均値 P_0 と副走査方向の移動にともなう各主走査方向における出力信号の平均値 P' との相対値 P' / P_0 と副走査方向の移動距離との関係を示す図

【図5】

残存率と励起光エネルギーの関係を示す図

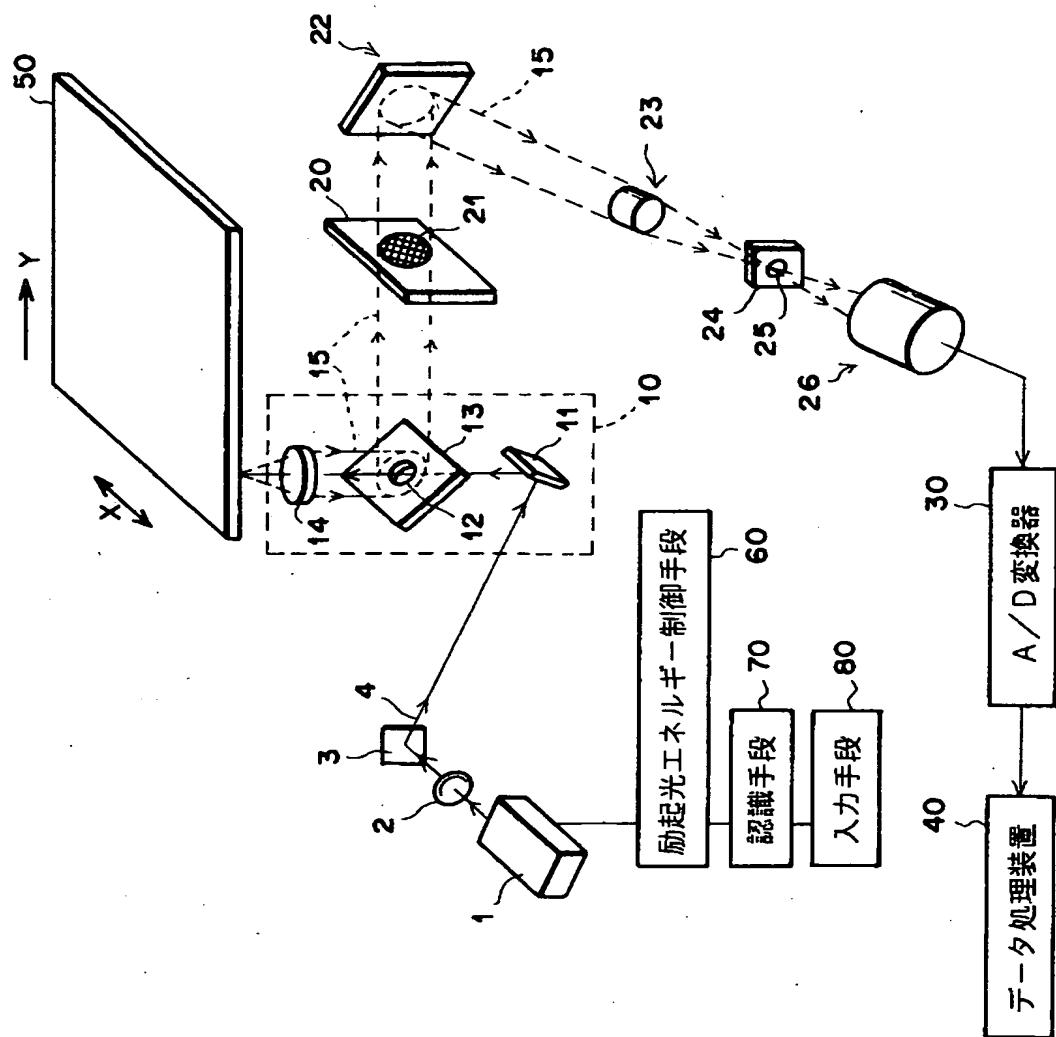
【符号の説明】

- 1 励起光源
- 2 コリメータレンズ
- 3、11、22 ミラー
- 4 レーザ光
- 12 穴
- 13 穴明きミラー
- 14 レンズ
- 15 輝尽発光光
- 20 フィルタユニット
- 21 励起光カットフィルタ
- 23 集光レンズ
- 24 アパーチャ
- 26 フォトマルチプライヤ
- 30 A/D変換器
- 40 データ処理装置
- 50 蓄積性蛍光体シート
- 60 励起光エネルギー制御手段
- 70 認識手段
- 80 入力手段

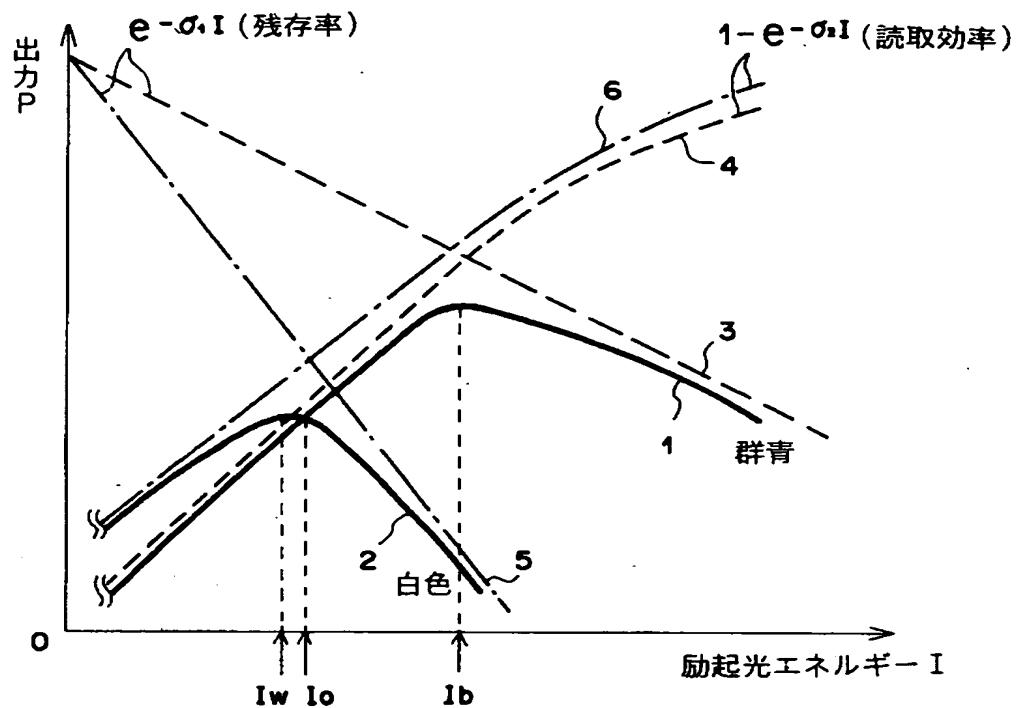
【書類名】

図面

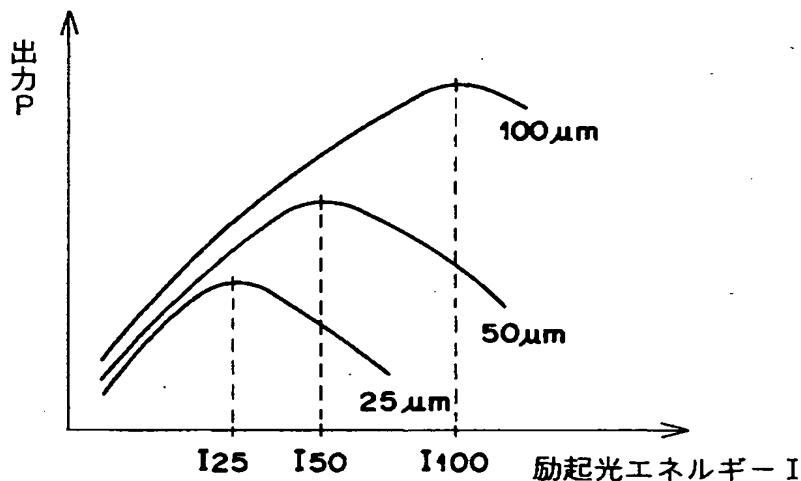
【図1】



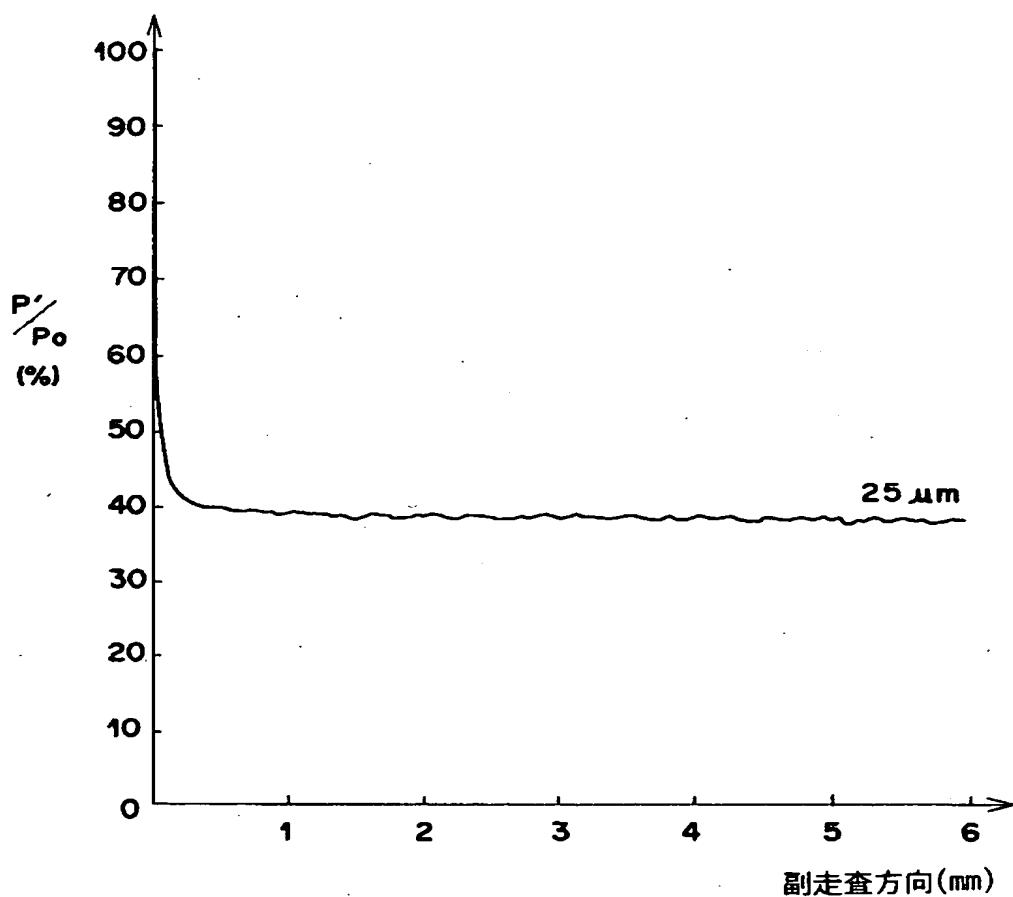
【図2】



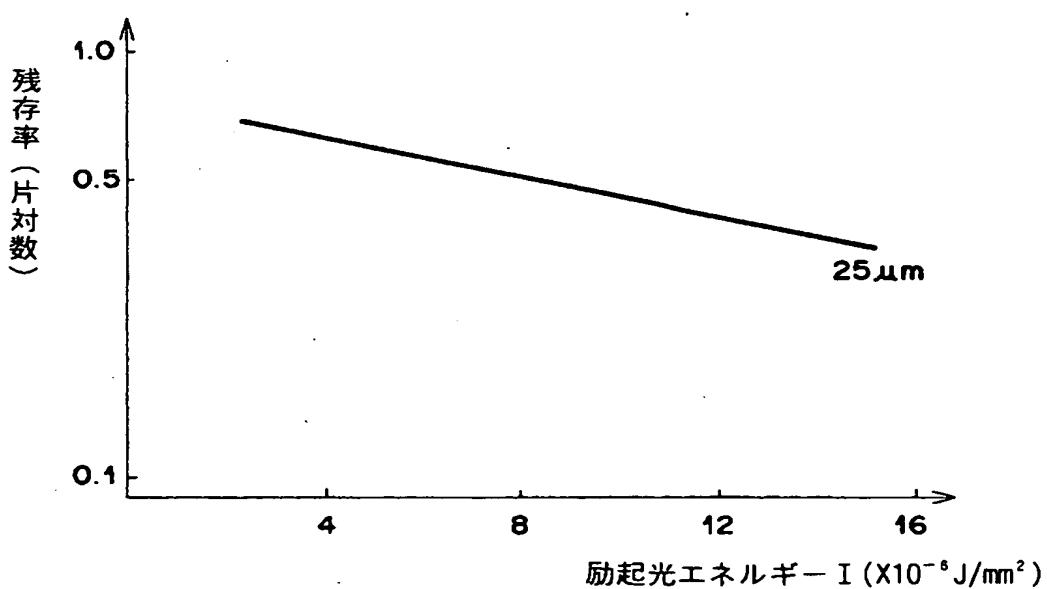
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放射線エネルギーが蓄積された蓄積性蛍光体シートに励起光を主走査方向および副走査方向に走査して照射することにより輝尽発光光を検出する放射線画像読取方法および装置において、複数種類の蛍光体シートの高感度かつ高解像度な読取りを行う。

【解決手段】 群青の色素を含むことにより拡散率の抑制された蛍光体シートに照射する励起光エネルギーが群青の色素を含まない白色の蛍光体シートに照射される励起光エネルギーよりも大きくなるようにしてそれぞれの蛍光体シートにおける適切な感度が得られる励起光エネルギーをそれぞれ求め、その励起光エネルギーに応じて励起光エネルギー制御手段60が励起光源1の強度および走査機構（図示せず）の走査速度、つまり読取速度を制御して読取りを行う。

【選択図】

図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-170870
受付番号	50100816089
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 6月 7日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 6月 6日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼210番地
【氏名又は名称】	富士写真フィルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B E N E X S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B E N E X S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地

氏 名 富士写真フィルム株式会社